

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-267299

(43)Date of publication of application : 28.09.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065
C23C 16/509
H01L 21/205

(21)Application number : 2000-078466

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 21.03.2000

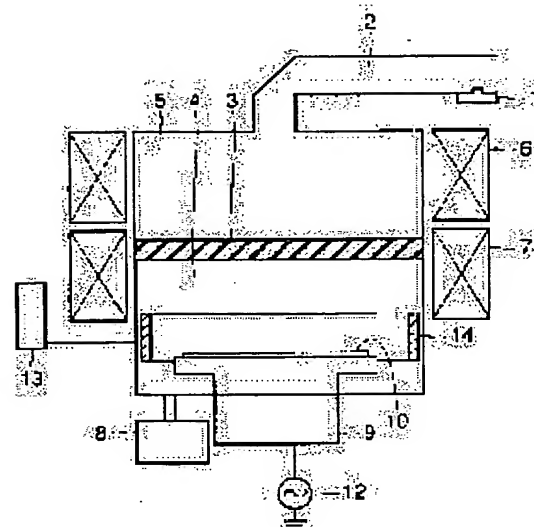
(72)Inventor : NAKAHARA TAKEHIKO
HIRAMATSU KENJI
SAWAI HISAHARU

(54) PLASMA TREATMENT SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma treatment system for preventing a variation in plasma potential.

SOLUTION: A sample stage 9 for mounting a wafer 10 is provided in an etching treatment chamber 4 in a microwave plasma etching system. A high-frequency power supply 12 is connected to the sample stage 9. An grounding electrode 14 is provided around a circumference of the sample stage 9. The grounding electrode 14 is made of aluminum alloy as a base material and an alumite layer covering the base material, and the surface of the aluminum alloy at a prescribed position is exposed previously.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-267299

(P2001-267299A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 1 L 21/3065		C 2 3 C 16/509	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/509		H 0 1 L 21/205	5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/205		21/302	B 5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-78466(P2000-78466)

(22) 出願日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 中原 武彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 平松 健司

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外4名)

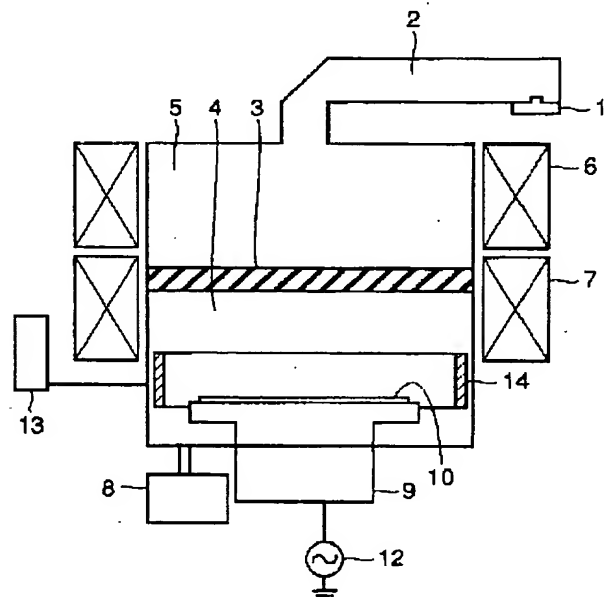
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 プラズマ電位の変動が抑えられるプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 マイクロ波プラズマエッチング装置のエッチング処理室4に、ウェハ10を載置するための試料台9が設置されている。その試料台9には高周波電源12が接続されている。試料台9を周方向から取囲むようにアース電極14が設けられている。そのアース電極14はアルミニウム合金母材とこれを被覆するアルマイト層からなり、あらかじめ所定箇所のアルミニウム合金母材の表面を露出させている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応室内にてウェハに高周波を印加することによってプラズマを発生させて、前記ウェハにプラズマ処理を施すためのプラズマ処理装置であって、前記ウェハが載置され、高周波が印加される一方側電極部と、

接地電位に固定され、導電部および該導電部を被覆する絶縁膜を含む他方側電極部とを備え、

前記他方側電極部では、前記導電部が前記絶縁膜ですべて覆われていた場合にウェハの処理を重ねるにしたがい前記絶縁膜が剥がれてくる箇所を、あらかじめ絶縁膜を被覆せずに前記導電部を露出させている、プラズマ処理装置。

【請求項2】 前記導電部が露出している面積は、前記ウェハの処理を重ねるにしたがい前記プラズマの電位を実質的に変化させない面積である、請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 塩素系ガスまたは臭素系ガスを含む反応ガスを前記反応室に導入し、前記ウェハ上に形成されたレジストをマスクとして前記ウェハに所定の処理を施す場合に、

前記導電部が露出している面積は、前記レジストを実質的に分解させない面積である、請求項1または2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 前記他方側電極部は前記一方側電極部を周方向から取囲むように形成され、

前記他方側電極部において周方向に沿って前記導電部が露出し、

前記導電部が露出している面積は前記ウェハ面積の2%以下である、請求項3記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマ処理装置に関し、特に高周波によりプラズマを発生させてウェハにエッチングを施すためのプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のプラズマ処理装置の第1の例として、特開平11-330044号公報に記載されたマイクロ波プラズマ処理装置について説明する。図7に示すように、チャンバ内を上下に仕切るように石英板103が配設されている。その石英板103より上方の領域には空気層105が形成されている。チャンバの上部にはチャンバ内にマイクロ波を導入するための導波管102と、マイクロ波を発生させるためのマグネトロン101が設けられている。

【0003】石英板より下方の領域にはエッチング処理室104が形成されている。チャンバの外部に磁場供給用コイル106、107が配設されている。エッチング処理室104内には、ウェハ110を載置するための試

料台109が設けられている。

【0004】試料台109には高周波電源112が接続されている。エッチング処理室104内には、アース電極114が設けられている。このアース電極114はアルミニウム合金で形成され、その表面全体はアルマイト層によって覆われている。

【0005】また、エッチング処理室104に所定のエッチングガスを供給するためのガス供給系113が取付けられている。さらに、エッチング処理室114内を減圧するための真空ポンプ108が接続されている。

【0006】このエッチング処理室104では、磁場供給用コイル106、107により発生した磁場とマイクロ波の電場との相互作用により、高密度のプラズマが生成される。エッチング処理室104内で生成されたプラズマは、アース電極114の近傍にまで広がる。また、試料台109に印加された高周波は、プラズマを経由してアース電極114に到達する。

【0007】このとき、アース電極114の表面全体がアルマイト層によって絶縁被覆されていることで、プラズマはよりアース電極114の近くにまで接近する。このようなプラズマの雰囲気中にて所定のエッチング処理がウェハ110に施される。

【0008】次に、従来のプラズマ処理装置の第2の例として、特開平9-92641号公報に記載されたプラズマエッチング装置について説明する。特に、このプラズマエッチング処理装置では、アース電極はマグネシウムを含有したアルミニウム合金材で形成され、その表面はアルマイト層などの絶縁膜で被覆されていない。これ以外の構成については、図7に示す第1の例のプラズマエッチング装置と実質的に同様の構成である。

【0009】このプラズマエッチング装置においても、第1の例と同様にエッチング処理室内で生成されたプラズマにより、所定のエッチングがウェハに施される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の第1の例および第2の例のプラズマエッチング装置では、次に示すような問題点があった。

【0011】まず、第1の例のプラズマエッチング装置について説明する。上述したように、アース電極114の表面がアルマイト層によって覆われていることで、プラズマはよりアース電極114に近傍にまで広がる。これによって、アース電極114の近傍まで比較的高いプラズマ密度を確保することができる。

【0012】ところが、ウェハに処理を施している間、アース電極114はプラズマの雰囲気中に晒されている。プラズマに晒されることで、アース電極114の表面を覆うアルマイト層はエッチングされることになる。ウェハの処理を重ねていくうちに徐々にアルマイト層のエッチングが進行して、ついにはアルミニウム合金の表面が露出することになる。

【0013】アルミニウム合金の表面が露出するとプラズマがアース電極114の近傍まで十分に近づくことができず、高いプラズマ密度を確保することができなくなり、プラズマ密度が低下する。

【0014】このように、エッチング処理室104内のプラズマ密度がウェハの処理とともに変動する様子を示す評価結果を示す。

【0015】図8は、メンテナンス後の場合と、ウェハの処理を3000枚行なった後の場合とについて、プラズマの電位に対応する電位Vppのマイクロ波パワー依存性をそれぞれ測定した結果を示すグラフである。なお、電位Vppは試料台109に接続される高周波電源112の側にてモニタされる電圧であり、プラズマの電位に対応している。

【0016】図8に示されるように、メンテナンス後の場合の相関曲線と3000枚処理後の場合の相関曲線とを比較すると、その傾向が大きく変化していることが判明した。

【0017】また、それぞれの場合に実際にプラズマエッチングを施すことによりウェハ上に所定のパターンを形成し、その形状を評価した。

【0018】メンテナンス後の場合の結果を図9に、3000枚処理後の場合の結果を図10にそれぞれ示す。いずれも、絶縁膜120上に形成されたシリコン膜にレジスト118をマスクとしてプラズマエッチングを施すことで形成されたシリコン膜119の断面のSEM写真を模式的に示したものである。

【0019】なお、エッチングの条件を、塩素(Cl₂)流量:0.3L/min(300ccm)、圧力:3.0Pa、高周波のパワー:50W、マイクロ波のパワー:1100Wとした。

【0020】図9および図10に示すように、3000枚処理後の場合では、シリコン膜119の絶縁膜120近傍の部分に、メンテナンス後の場合と比べて裾引き121が形成されていることがわかる。

【0021】このように、プラズマの電位がウェハの処理に伴って変動することでシリコン膜の仕上がり形状が変動することが判明した。

【0022】次に、第2の例のプラズマエッチング装置について説明する。図11は、塩素(Cl₂)流量:0.3L/min(300ccm)、圧力:3.0Pa、高周波のパワー:50W、マイクロ波のパワー:1100Wのもとで、レジスト118をマスクとしてプラズマエッチングを施すことで形成されたシリコン膜119の断面SEM写真を模式的に示したものである。

【0023】エッチングのガスとして塩素を用いた場合には、アース電極のアルミニウム合金のアルミニウムと塩素とが反応してプラズマの雰囲気中にAlCl₃が生成されることがわかっている。このAlCl₃は、文献

(D.M. Manos and D.L. Flamm, "Plasma Etching", p. 155,

Academic Press (1989))に記載されているようにレジストを分解させる性質がある。

【0024】このため、図11に示すように、向かって左側のシリコン膜119のパターンでは、レジスト118の一部が分解し、その部分からエッチングが進行してシリコン膜119に凹部が形成されていることがわかった。

【0025】また、プラズマの雰囲気中に生成されたAlCl₃反応生成物とレジスト118との反応によって、レジスト異常反応生成物121が形成されていることがわかった。

【0026】本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、ウェハの処理に伴うプラズマの状態の変動を抑えて安定したプロセス条件が得られ、塩素系のガスや臭素系のガスを用いた場合でもレジストが分解されるのを抑制して所望のパターンを形成することができ、プラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【0027】

【課題を解決するための手段】本発明に係るプラズマ処理装置は、反応室内にてウェハに高周波を印加することによってプラズマを発生させて、ウェハにプラズマ処理を施すためのプラズマ処理装置であって、一方側電極と他方側電極とを備えている。一方側電極はウェハが載置され、高周波が印加される。他方側電極は接地電位に固定され、導電体部およびその導電体部を被覆する絶縁膜を含んでいる。その他方側電極部では、導電体部が絶縁膜ですべて覆われていた場合にウェハの処理を重ねるにしたがい絶縁膜が剥がれてくる箇所を、あらかじめ絶縁膜を被覆せずに導電体部を露出させている。

【0028】この構成によれば、他方側電極において、プラズマの雰囲気中に晒されることによって絶縁膜がエッチングされやすい部分についてはあらかじめ絶縁膜を被覆させないで導電体部を露出させておくことで、絶縁膜が剥がれてくることのないのでプラズマ密度の変化が抑制されてプラズマ電位が安定し、ウェハの処理を重ねてもメンテナンス後のプラズマの状態をほぼ維持することができる。

【0029】この導電体部が露出している部分は、その面積が極端に少ない場合にはプラズマの密度が変動することが十分に想定されるため、少なくともウェハの処理とともにプラズマの密度を実質的に変化させない最小限の面積を少なくとも有していることが好ましい。

【0030】また、塩素系ガスまたは臭素系ガスを含む反応ガスを反応室に導入し、ウェハ上に形成されたレジストをマスクとしてウェハに所定の処理を施す場合には、導電体部が露出している面積は、レジストを実質的に分解させない面積であることが好ましい。

【0031】これは、たとえば導電体部の材料としてアルミニウム等が適用される場合には、そのアルミニウムと塩素または臭素とが反応することで形成される反応生

成物によってレジストが分解されるため、そのような反応生成物の生成を最小限に抑えるためである。

【0032】さらに、他方側電極部が一方側電極部を周方向から取囲むように形成されている場合には、他方側電極部において周方向に沿って導電体部が露出し、導電体部が露出している面積はウェハ面積の2%以下であることが好ましい。

【0033】この場合には、ウェハの処理を重ねるにしたがいプラズマの状態が変動するのを抑制できるとともに、塩素等を用いてプラズマの処理を行う場合にレジストが分解するのを抑制して、所望のパターンを精度よく形成することができる。

【0034】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態に係るプラズマ処理装置の一例として、マイクロ波プラズマエッチング装置について説明する。図1に示すように、チャンバ内を上下に仕切るように石英板3が配設されている。その石英板3より上方の領域には空気層5が形成されている。チャンバの上部にはチャンバ内にマイクロ波を導入するための導波管2と、マイクロ波を発生させるためのマグネトロン1が設けられている。

【0035】石英板より下方の領域にはエッチング処理室4が形成されている。チャンバの外部に磁場供給用コイル6、7が配設されている。エッチング処理室4内には、ウェハ10を載置するための試料台9が設けられている。

【0036】試料台9には高周波電源12が接続されている。その試料台9を周方向から取囲むようにアース電極14が設けられている。後述するように、このアース電極14はアルミニウム合金で形成され、所定の箇所以外はアルマイト層によって覆われている。

【0037】また、エッチング処理室4に所定のエッチングガスを供給するためのガス供給系13が取付けられている。さらに、エッチング処理室4内を減圧するための真空ポンプ8が接続されている。

【0038】エッチング処理室4では、磁場供給用コイル6、7により発生した磁場とマイクロ波の電場との相互作用により、高密度のプラズマが生成される。エッチング処理室4内で生成されたプラズマは、アース電極14の近傍にまで広がる。また、試料台9に印加された高周波は、プラズマを経由してアース電極14に到達する。

【0039】特にこのマイクロ波プラズマエッチング装置におけるアース電極14では、図2に示すように、アルマイト層16で覆われずにアルミニウム合金母材の表面17が露出している。

【0040】ウェハの処理によりアース電極はプラズマに晒されることになるが、このとき、発明者らは、アース電極を覆うアルマイト層においては、任意の部分がプラズマによってエッチングされるのではなく、特定の部

分がエッチングされてアルミニウム母材が露出することを確認した。

【0041】特に、このプラズマ処理装置のアース電極14では、図2に示すように、アース電極14の上部近傍の一部分が全周にわたってエッチングされやすいことが判明した。しかも、試料台9に載置されるウェハ10のサイズが大きくなるにしたがい、エッチングされる部分の面積が増大することが判明した。

【0042】そこで、このようなエッチングされやすい部分については、あらかじめアルマイト層を被覆せずにアルミニウム合金母材16を露出させた。このようなアース電極14を用いて、メンテナンス後の場合と、ウェハの処理を3000枚行なった後の場合とについて、プラズマの電位に対応する電位 V_{pp} のマイクロ波パワー依存性をそれぞれ測定した。その結果を図3に示す。なお、電位 V_{pp} は試料台9に接続される高周波電源12の側にてモニタされる電圧であり、プラズマの電位に対応している。

【0043】図3に示されるように、メンテナンス後の場合の相関曲線(○印)と3000枚処理後の場合の相関曲線(△印)とを比較すると、両者間でプラズマ電位がほとんど変化していないことがわかる。

【0044】このように、アース電極14においてあらかじめ特定箇所のアルミニウム合金母材15を露出させておくことでアルマイト層が剥がれてくることがなくなるので、プラズマ密度の変化が抑制されてプラズマの電位を安定させることができることが判明した。

【0045】しかしながら、アルミニウム合金母材17が露出している部分が極端に少ない場合では、従来のプラズマ処理装置の場合のように、プラズマの電位が変動することが十分に想定される。

【0046】したがって、アルミニウム合金母材を露出させておく部分としては、ウェハの処理とともにプラズマの電位を実質的に変化させない最小限の面積を少なくとも有していることが望ましいと考えられる。

【0047】次に、プラズマエッチングを施してウェハ上に所定のパターンを形成して、その形状を評価した。このとき、アース電極14として、処理を施すウェハ10の面積の2%分に相当する面積のアルミニウム合金母材を露出させたアース電極(ケースA)と、4%分に相当する面積のアルミニウム合金母材を露出させたアース電極(ケースB)とをそれぞれ用いた。また、エッチングの条件を、塩素(Cl_2)流量:0.3L/min(300ccm)、圧力:3.0Pa、高周波のパワー:50W、マイクロ波のパワー:900Wとした。

【0048】ケースAの評価結果を図4に示し、ケースBの評価結果を図5に示す。いずれも、絶縁膜20上に形成されたシリコン膜にレジスト18をマスクとしてプラズマエッチングを施すことで形成されたシリコン膜19の断面のSEM写真を模式的に示したものである。

【0049】ケースAの場合では、図4に示すように、所望のシリコン膜19のパターンが形成されていることがわかった。一方、ケースBの場合では、レジスト18の一部が分解してその部分からエッチングが進行し、シリコン膜19に凹部が形成されていることが判明した。

【0050】ケースBのアース電極では、ウェハ10の面積の4%分に相当する面積のアルミニウム合金母材が露出している。このため、ケースAの場合と比べて塩素とアース電極のアルミニウム合金母材のアルミニウムとが過剰に反応してプラズマの雰囲気中に多量の $AlCl_3$ が形成される。この $AlCl_3$ によってレジスト18が異常に分解される結果、シリコン膜19に凹部が形成されたと考えられる。

【0051】したがって、エッチングのためのガスとして塩素を含むガスを用いる場合には、このようなレジストの分解を抑制するために、アース電極におけるアルミニウム合金母材が露出する部分の面積を、ウェハの面積の2%以下にしておくことが望ましい。

【0052】ウェハの面積を基準としたのは、既に述べたように、ウェハのサイズが大きくなるにしたがいアルミニウム合金母材が露出する面積も増加するという評価結果に基づく。

【0053】なお、アース電極14のアルミニウム合金母材15を被覆する絶縁膜としてアルマイト層16を例に挙げたが、この他にアルミナや石英などの絶縁層をアルミニウム合金母材15の表面に形成してもよい。このようなアース電極を適用しても上述した効果を得ることができる。

【0054】また、アース電極として、図2に示す構造のものを例に挙げて説明した。この他に、たとえば図6に示すように、 Al_2O_3 または SiO_2 などからなるセラミックス22を母材として、その母材の所定の箇所に溝23を形成し、その溝23に接地電位に固定されるアルミニウム合金24を埋め込んだアース電極14を適用しても同様の効果を得ることができる。このとき、アルミニウム合金のサイズW、Dとして数mm程度のものでもよい。

【0055】また、上記実施の形態では、エッチングガスとして、塩素(Cl_2)ガスを適用した場合について説明したが、この他に、HBrや CF_4 などの少なくとも塩素(Cl)や臭素(Br)を含む反応ガスを用いてエッチングを施す場合についても同様の効果が得られ、レジストの分解を防いでパターンを精度よく形成することができる。

【0056】さらに、上記各実施の形態では、プラズマ処理装置としてエッチング装置を例に挙げて説明したが、この他にプラズマCVD(Chemical Vapor Deposition)装置へも適用することができる。

【0057】今回開示された実施の形態はすべての点で

例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0058】

【発明の効果】本発明に係るプラズマ処理装置によれば、他方側電極において、プラズマの雰囲気中に晒されることによって絶縁膜がエッチングされやすい部分についてはあらかじめ絶縁膜を被覆させないで導電体部を露出させておくことで、絶縁膜が剥がれてくることがないのでプラズマ密度の変化が抑制されてプラズマ電位が安定し、ウェハの処理を重ねてもメンテナンス後のプラズマの状態をほぼ維持することができる。

【0059】この導電体部が露出している部分は、その面積が極端に少ない場合にはプラズマの密度が変動することが十分に想定されるため、少なくともウェハの処理とともにプラズマの密度を実質的に変化させない最小限の面積を少なくとも有していることが好ましい。

【0060】また、塩素系ガスまたは臭素系ガスを含む反応ガスを反応室に導入し、ウェハ上に形成されたレジストをマスクとしてウェハに所定の処理を施す場合には、導電体部が露出している面積は、レジストを実質的に分解させない面積であることで、たとえば導電体部の材料としてアルミニウム等が適用される場合に、そのアルミニウムと塩素または臭素とが反応することで形成されたレジストを分解する反応生成物を最小限に抑えられる。

【0061】さらに、他方側電極部が一方側電極部を周方向から取囲むように形成されている場合には、他方側電極部において周方向に沿って導電体部が露出し、導電体部が露出している面積はウェハ面積の2%以下であることで、ウェハの処理を重ねるにしたがいプラズマの状態が変動するのを抑制できるとともに、塩素等を用いてプラズマの処理を行う場合にレジストが分解するのを抑制して、所望のパターンを精度よく形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態に係るマイクロ波プラズマエッチング装置の断面図である。

【図2】 図1に示すアース電極の部分拡大断面図である。

【図3】 同実施の形態において、プラズマ電位のマイクロ波パワー依存性を示すグラフである。

【図4】 エッチング形状の第1の例を示す断面図である。

【図5】 エッチング形状の第2の例を示す断面図である。

【図6】 アース電極の変形例を示す部分拡大断面図である。

【図7】 従来のマイクロ波プラズマエッチング装置の断面図である。

【図8】 従来のプラズマ電位のマイクロ波パワー依存性を示すグラフである。

【図9】 メンテナンス後のエッチング形状を示す断面図である。

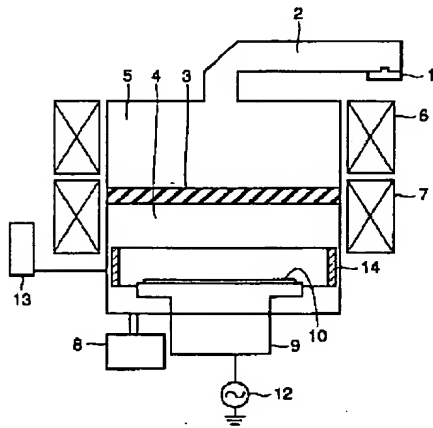
【図10】 3000枚処理後のエッチング形状を示す断面図である。

【図11】 レジストが分解した場合のエッチング形状を示す断面図である。

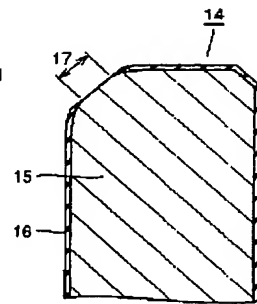
【符号の説明】

1 マグネトロン、2 導波管、3 石英板、4 エッチング処理室、5 空気層、6 磁場供給用コイルA、7 磁場供給用コイルB、8 真空ポンプ、9 試料台、10 ウェハ、12 高周波電源、13 ガス供給系、14 アース電極、15 アルミニウム合金母材、16 アルマイト層、17 表面、18レジスト、19 シリコン膜、20 絶縁膜、21 レジスト異常反応生成物、22 セラミックス、23 アルミニウム合金。

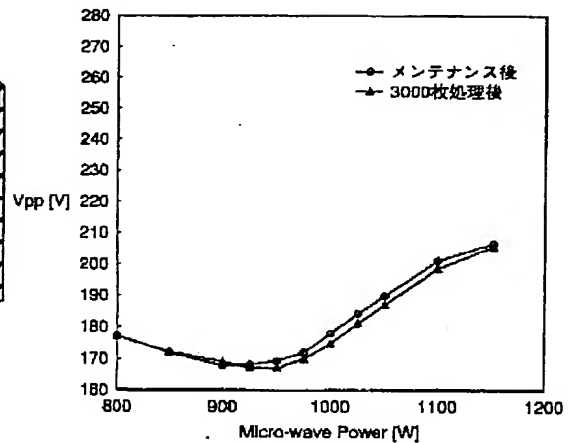
【図1】



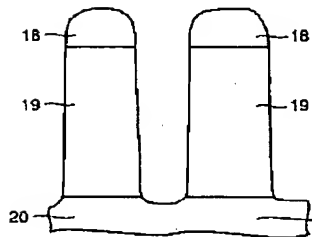
【図2】



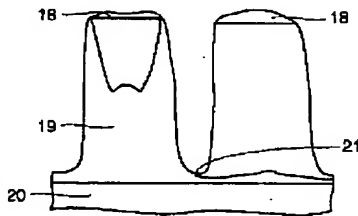
【図3】



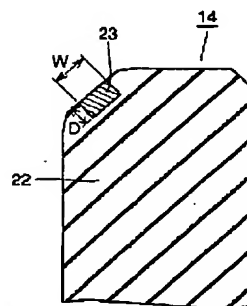
【図4】



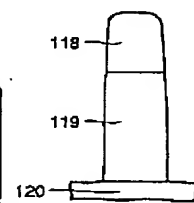
【図5】



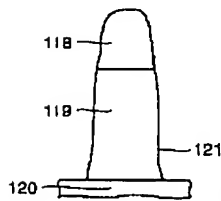
【図6】



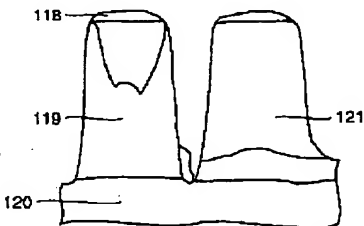
【図9】



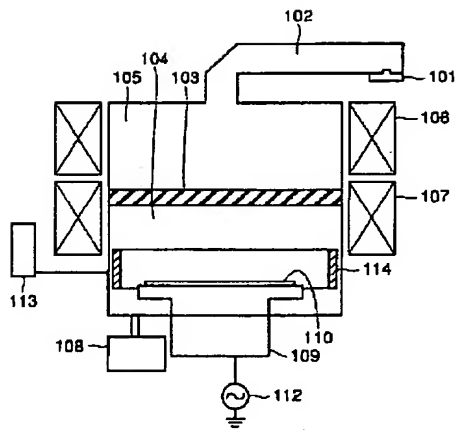
【図10】



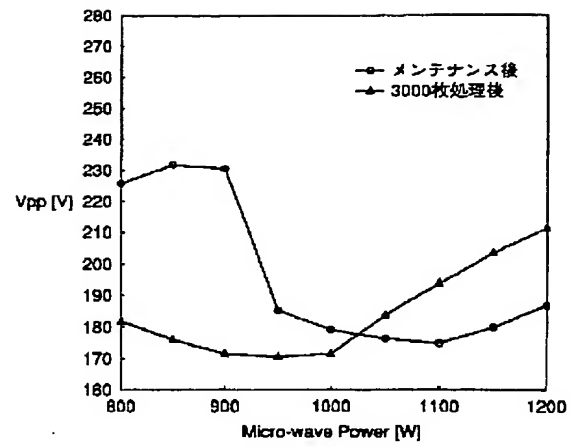
【図11】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 澤井 久晴
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 4K030 CA12 DA04 FA03 KA15 KA16
KA47
5F004 AA16 BA14 BB29 BB32 BD04
DA01 DA04
5F045 AA08 EH04 EH06 EH08 EH19